

Duplexer with improved transmission/receiving band separation

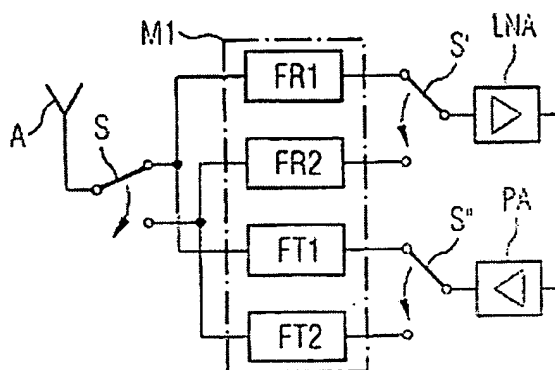
Patent number: DE19960299
Publication date: 2001-06-21
Inventor: MACHUI JUERGEN (DE)
Applicant: EPCOS AG (DE)
Classification:
- international: H04B1/40; H03H11/34; H03H9/64
- european:
Application number: DE19991060299 19991214
Priority number(s): DE19991060299 19991214

Also published as:

WO0145273 (A3)
WO0145273 (A2)
US2003076194 (A1)
CA2392833 (A1)

Abstract of DE19960299

The invention relates to a duplexer for a wireless communication system with a transmission band and a receiving band. According to the invention, a split surface wave filter consisting of at least two partial filters which cover adjacent partial frequency ranges of the corresponding band and which together form an entire band, is provided as an input and/or output filter. At least two pairs of partial filters are provided, each pair comprising a filter in the input and output filter respectively. A switch is used to switch between the at least two pairs. If the duplexer interval remains the same, a greater band interval is created between the transmission and receiving bands or between the corresponding partial frequency ranges, said band interval being produced with surface wave filters.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 60 299 A 1**

⑦① Aktenzeichen: 199 60 299.9
⑦② Anmeldetag: 14. 12. 1999
⑦③ Offenlegungstag: 21. 6. 2001

⑤① Int. Cl. 7:
H 04 B 1/40
H 03 H 11/34
H 03 H 9/64

DE 199 60 299 A 1

⑦① Anmelder:
Epcos AG, 81669 München, DE

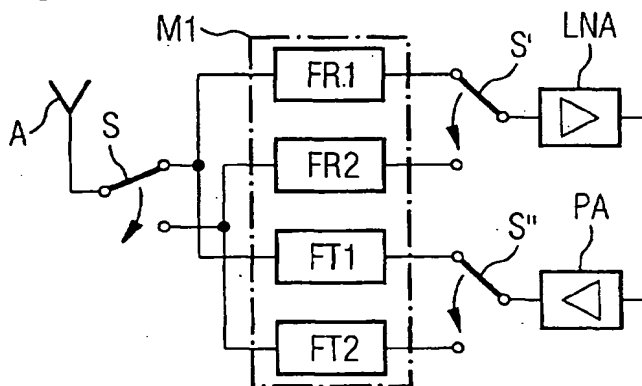
⑦④ Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

⑦② Erfinder:
Machui, Jürgen, Dr., 80809 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Duplexer mit verbesserter Sende-/Empfangsbandtrennung

⑤⑦ Bei einem Duplexer für ein drahtloses Kommunikationssystem, das ein Sende- und ein Empfangsband aufweist, wird vorgeschlagen, als Eingangs- und/oder Ausgangsfilter einen gesplitteten Oberflächenwellenfilter vorzusehen, welcher aus zumindest zwei Teilfiltern besteht, die benachbarte Frequenzteilbereiche des entsprechenden Bandes abdecken und sich zum Gesamtband ergänzen. Es sind zumindest zwei Paare von Teilfiltern vorgesehen, die jeweils einen Filter im Eingangs- und Ausgangsfilter umfassen. Mittels eines Schalters kann zwischen den zumindest zwei Paaren umgeschaltet werden. Bei gleichbleibendem Duplexerabstand wird ein höherer Bandabstand zwischen Sende- und Empfangsband beziehungsweise den entsprechenden Frequenzteilbereichen geschaffen, die mit OFW-Filtern realisierbar ist.



DE 199 60 299 A 1

Beschreibung

Bei drahtlosen Kommunikationssystemen, insbesondere bei Mobilfunksystemen, die kein TDD (Time Domain Duplexing) erlauben, sind üblicherweise zwei unterschiedliche Frequenzbänder vorgesehen, die aus der Sicht des Kommunikationsteilnehmers gesehen als Sende- und Empfangsband dienen. Im Kommunikationsendgerät, insbesondere im Mobilfunkgerät (Handy), wird zum Senden und Empfangen von Signalen eine gemeinsame Antenne benutzt. Zur Trennung von Sende- und Empfangssignalen ist daher im allgemeinen ein Duplexer notwendig, der zwischen Antenne und Sende- und Empfangspfad geschaltet ist. Ein solcher setzt sich im wesentlichen aus zwei miteinander verschalteten Filtern zusammen, nämlich einem RX-Filter zwischen Antenne und Rx-Pfad (LNA = Low Noise Amplifier) für empfangene Signale und einem Tx-Filter zwischen Tx-Pfad (PA = Power Amplifier) und Antenne für zu sendende Signale.

Da das Kommunikationsendgerät gleichzeitig senden und empfangen können muss, muss jedes der beiden Filter ein im anderen Frequenzband gelegenes Signal gut unterdrücken können. Typische Werte, die in solchen drahtlosen Kommunikationssystemen zum Beispiel für die Unterdrückung des Tx-Bandes durch das Rx-Filter gefordert werden, liegen im Bereich um 50 dB und mehr. Gleichzeitig dürfen die jeweiligen Signale beim Durchgang durch den Filter im jeweiligen Frequenzband nur minimale Verluste erfahren. Ein typischer Wert für eine maximal tolerierbare Dämpfung des Tx-Bandes im Tx-Filter ist 2 dB oder besser.

Bekannte Duplexer, die diese hohen Anforderungen an die Bandtrennung (Sperrbereichsunterdrückung) und die Einfügedämpfung erfüllen, sind z. B. aus Mikrowellenkeramikfiltern aufgebaut. Bei ausreichendem Bandabstand von TX- und Rx-Band können auch Oberflächenwellenfilter (OFW-Filter) verwendet werden. Liegen jedoch TX- und Rx-Bänder sehr nahe beieinander, lassen sich alle Anforderungen gleichzeitig mit OFW-Filtern allein nur sehr schwierig oder gar nicht erfüllen. Ein Beispiel für ein solches System ist das amerikanische CDMA/TDMA-1900 (gemäß IS-95 beziehungsweise IS-136), bei dem Sende- und Empfangsband jeweils 60 MHz breit sind, und bei dem ein Duplexabstand (= konstanter Abstand zwischen Sende- und Empfangssignalen) von 80 MHz vorgesehen ist. Bei der genannten Bandbreite bleibt dabei zwischen den beiden Bändern nur ein Abstand von 20 MHz, was beim genannten Frequenzband ca. 10000 PPM entspricht. Innerhalb von nur 20 MHz muss dabei das jeweilige Filter vom Durchlassbereich mit z. B. 2 dB Dämpfung in den Sperrbereich übergehen, wo beispielsweise die genannten 50 dB Dämpfung gefordert sind. Dies erfordert ein Übertragungsverhalten, das im Passband steile Flanken aufweist. Da zusätzlich noch eine temperaturabhängige Frequenzdrift des Filters sowie Fertigungstoleranzen zu berücksichtigen sind, war es bislang unmöglich, einen solchen Duplexer nur auf der Basis von OFW-Filtertechnik aufzubauen. Dafür wären OFW-Filter erforderlich, die ein Passband mit extrem steilen Flanken aufweisen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, für solche Kommunikationssysteme einen Duplexer anzugeben, der die Verwendung von OFW-Filtertechnik ermöglicht und damit eine weitere Miniaturisierung von Duplexern zulässt.

Diese Aufgabe wird mit einem Duplexer nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, zumindest eines der Filter zwischen Antenne und RX-Pfad (Empfangsfilter) und zwischen Antenne und TX-Pfad (Sendefilter) aus zumindest zwei Teilfiltern zusammenzusetzen, deren Passbän-

der in einander benachbarten Frequenzteilbereichen des geforderten Sende- beziehungsweise Empfangsbandes liegen und dabei das gesamte Band abdecken. Diese als Oberflächenwellenfilter ausgebildeten Teilfilter können dann entsprechend schmalbandiger sein als die bisher verwendeten Filter. Jedes der zum Beispiel zwei Teilfilter hat dann nur noch die halbe Bandbreite des entsprechenden Sende- beziehungsweise Empfangsbands abzudecken. Aus der Addition der beiden Frequenzteilbereiche ergibt sich die geforderte Gesamtbreite des entsprechenden Sendebeziehungsweise Empfangsbands.

Für ein schmalbandiges OFW-Filter ist eine bessere Optimierung möglich, die insbesondere die Ausbildung steilerer Flanken im Pass-Band ermöglicht. Bereits mit nur einer in der Steilheit verbesserten Flanke, sofern diese das entsprechende Sende- oder Empfangsband zum benachbarten Empfangs- beziehungsweise Sendeband abgrenzt, ist eine bessere Trennung der Bänder möglich. Damit kann das gesplittete Filter als OFW-Filter ausgebildet werden, was bislang aufgrund der nicht steil genug einstellbaren Flanken und des geringen Bandabstands nicht möglich war. Mit den steileren Flanken der Teilfilter ermöglicht die Erfindung auch eine bessere Unterdrückung des jeweils anderen Bandes (Sendebeziehungsweise Empfangsband) von 50 dB und mehr. Darüber hinaus entfällt bei der Verwendung von OFW-Filtern der bei herkömmlichen Duplexern aus Mikrowellenkeramik (MWK) zur Einstellung der Frequenzlage erforderliche Abgleich.

Vorzugsweise sind sowohl Eingangs- als auch Ausgangsfilter als gesplittete Oberflächenwellenfilter ausgebildet. Damit besteht der erfindungsgemäße Duplexer vollständig aus OFW-Filtern, so dass die Vorteile von OFW-Filtern gegenüber herkömmlichen MWK-Filtern beziehungsweise Duplexern voll ausgenutzt werden können. Insbesondere ist mit einem nur aus OFW-Filtern bestehenden Duplexer eine weitere Miniaturisierung möglich, was auch eine weitere Miniaturisierung der entsprechenden Endgeräte, in denen der erfindungsgemäße Duplexer Verwendung finden soll, ermöglicht. Da nun im Sende- und im Empfangsband Teilfilter für Frequenzteilbereiche vorgesehen sind, welche schmaler als das gesamte Band sind, wird eine Unterdrückung des jeweils anderen Bands bzw. Frequenzteilbereichs einfacher möglich. Wurden bislang beispielsweise für das amerikanische CDMA-1900-System Ein- und Ausgangsfilter mit einer Bandbreite von 60 MHz verwendet, so verblieb bei einem Duplexabstand von 80 MHz zwischen den beiden Bändern (Frequenzbereichen) ein maximaler Abstand von 20 MHz. Erfindungsgemäß ist mit in zumindest zwei Teilfilter gesplitteten Ein- und Ausgangsfiltern nun ein Abstand von 50 MHz möglich. Damit läßt sich selbst bei nicht optimalen Flanken der entsprechenden Passbänder eine bessere Unterdrückung des jeweils anderen Bandes erreichen. Durch den Aufbau ausschließlich aus OFW-Filtern wird auch eine Einchip-Lösung für sämtliche Filter des Duplexers möglich.

Beim erfindungsgemäßen Duplexer können außerdem Schalter zum Umschalten zwischen den Teilfiltern und damit zum Umschalten zwischen den Frequenzteilbereichen vorgesehen sein. Durch das Vorsehen eines Schalters ist jeweils immer nur einer der Teilfilter des gesplitteten OFW-Filter mit der Antenne verbunden, so dass der oder die jeweils anderen Teilfilter die Eigenschaften des "aktiven" Teilfilters nicht stören. Damit ist es auch möglich, die Teilfilter unabhängig voneinander auf eine geeignete Frequenzlage und eine geeignete Flankensteilheit hin zu optimieren. Sind Eingangs- und Ausgangsfilter als gesplittete OFW-Filter ausgebildet, dann ist jedem Teilfilter des Eingangsfilters ein Teilfilter des Ausgangsfilters zugeordnet, die zusammen

ein Teilfilterpaar bilden. Mit Hilfe eines gemeinsamen Schalters oder zwei einzelnen Schaltern kann dann synchron von einem aktiven auf ein bislang passives weiteres Teilfilterpaar umgeschaltet werden. Die Teilfilterpaare sind dabei den Frequenzteilbereichen so zugeordnet, dass der Duplexerabstand eingehalten wird. Üblicherweise werden dabei die Frequenzlagen der Teilfilter im Eingangs- und im Ausgangsfilter um jeweils den gleichen Betrag verschoben. Diese Verschiebung erfolgt immer paarweise.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Duplexer zum Senden und Empfangen innerhalb von zumindest zwei unterschiedlichen Kommunikationssystemen ausgebildet, die unterschiedliche Frequenzbänder nutzen. Dies wird in einfacher Weise erreicht, indem die Anzahl der Ein- und Ausgangsfilter und der dazugehörigen Schalter entsprechend vervielfacht wird. Für jedes Kommunikationssystem, für das der erfindungsgemäße Duplexer ausgelegt ist, ist daher ein eigener Satz an Ein- und Ausgangsfiltern und den dazugehörigen Schaltern vorgesehen. Bislang bekannt sind beispielsweise Endgeräte, die zur Nutzung in zwei unterschiedlichen Kommunikationssystemen vorgesehen sind (Dualband-Handy) und für jedes dieser Systeme einen eigenen Duplexer verwenden. Erfindungsgemäß ist es auch möglich, einen Duplexer für mehr als zwei Kommunikationssysteme auszugestalten.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann ein Schalter sowohl zwischen Teilfilterpaaren innerhalb eines Kommunikationssystems als auch zwischen Teilfilterpaaren umschalten, die zwei unterschiedlichen Kommunikationssystemen zugehörig sind. Dabei kann sich auch der Duplexabstand verändern und damit der Abstand zwischen den Frequenzteilbereichen der Teilfilterpaare. Wenn die beiden Kommunikationssysteme parallel zueinander vorliegen und unterschiedliche Abdeckungsgrade aufweisen, ist dann für ein den erfindungsgemäßen Duplexer nutzendes Kommunikationsendgerät eine bessere Netzabdeckung möglich. Werden in unterschiedlichen Ländern unterschiedliche Kommunikationssysteme genutzt, so kann ein entsprechend ausgestattetes Kommunikationsendgerät grenzüberschreitend in beiden Systemen genutzt werden. Gemeinsamer Vorteil ist dabei stets, dass nur ein Duplexer für die unterschiedlichen Kommunikationssysteme erforderlich ist. Dabei kann in beiden Kommunikationssystemen eine Aufspaltung der Ein- und/oder Ausgangsfilter in zwei oder auch mehr Teilfilter vorgenommen werden. Möglich ist es jedoch auch, dass ein Kommunikationssystem einen ausreichend hohen Duplexabstand aufweist, der mit Hilfe von je einem OFW-Filter für Ein- und Ausgangsfilter realisierbar ist. In Kombination mit einem Kommunikationssystem, das gesplittete Ein- und/oder Ausgangsfilter aufweist, ergibt sich so für einen erfindungsgemäßen Duplexer eine Umschaltmöglichkeit zwischen zumindest drei Paaren von Filtern, von denen zumindest zwei Teilfilterpaare auf OFW-Basis sind.

Vorzugsweise sind sämtliche Ein- und Ausgangsfilter des Duplexers und gegebenenfalls noch dazu die Schalter in einem gemeinsamen Gehäuse oder zumindest auf einem gemeinsamen Modul angeordnet. Ein solches ist vom Endgerätehersteller einfacher zu handhaben und läßt sich in den Eigenschaften einfacher optimieren.

Vorzugsweise ist ein erfindungsgemäßer Duplexer ausschließlich aus Oberflächenwellenfiltern für das Empfangs- und das Sendeband aufgebaut, die alle auf einem gemeinsamen piezoelektrischen Substrat integriert oder auf zwei Substraten angeordnet sind. Aufgrund der dabei möglichen hohen Integrationsdichte läßt sich mit der erstgenannten Ausführung der höchste Miniaturisierungsgrad für den Duplexer erreichen. Auf einem gemeinsamen Substrat ist auch das gemeinsame Verwenden von sonstigen Schalt- und Netzwerk-

komponenten für die unterschiedlichen Filter möglich, was eine weitere Erhöhung der Integrationsdichte ergibt. Auf dem gemeinsamen Substrat ist außerdem eine vereinfachte Anpassung der Filter untereinander und an ein Netzwerk möglich.

Außerdem ist es möglich, sämtliche Filter und Teilfilter zusammen mit einem gegebenenfalls erforderlichen Anpassungsnetzwerk an passiven Komponenten und den Schaltern auf einem gemeinsamen Modul zu integrieren. Auch dies vereinfacht die Handhabbarkeit und vereinfacht die Anwendung, da der Endgerätehersteller nur ein Modul verarbeiten muss.

Für die Oberflächenwellenfilter und OFW-Teilfilter ist als Substratmaterial Lithiumtantalat rot y mit einem Schnittwinkel von 35 bis 46° (LT35-46) bevorzugt. Dieses Material hat einen besonders guten Temperaturgang, mit dem sich ein Übertragungsverhalten mit schmalen Bandbreiten und steilen Flanken einstellen läßt.

Da mit dem erfindungsgemäßen Duplexer aufgrund des höheren Abstands zwischen den Frequenzteilbereichen auch weniger steile Flanken zur gewünschten Entkopplung zwischen Sendeband und Empfangsband führen, ist prinzipiell auch die Verwendung von Lithiumniobat rot y mit einem Schnittwinkel von 60-70° (LN60-70) und insbesondere nahe 64° (LT64) möglich. Damit lassen sich gegenüber Lithiumtantalat noch niedrigere Einfügedämpfungen erreichen. Dies kann insbesondere bei der Verwendung von Lithiumniobat für die Ausgangsfilter von Vorteil sein, da insbesondere beim Kommunikationsendgerät eine hohe Sendeleistung angestrebt wird, für die wiederum eine niedrige Einfügedämpfung erforderlich ist. Bei gleichbleibender Sendeleistung hat eine niedrigere Einfügedämpfung einen geringeren Strombedarf zur Folge.

Möglich ist es auch, für Ein- und Ausgangsfilter OFW-Filter vorzusehen, die auf unterschiedlichen Substratmaterialien aufgebaut sind. Bevorzugt ist dabei die Kombination Lithiumniobat für den Ausgangsfilter und Lithiumtantalat für den Eingangsfilter.

Zum Erreichen der guten Filtereigenschaften ist vorzugsweise das Elektrodenmaterial entsprechend leistungsbeständig. Gut geeignet sind daher Elektroden, die folgende Materialschichten bzw. einen Sandwichaufbau mit folgenden Materialschichtkombinationen aufweisen: Aluminium- und Kupferschichten, Aluminium- und Magnesiumschichten oder Aluminium/Kupfer- und Kupfer oder Magnesiumschichten.

Eine verbesserte Leistungsverträglichkeit wird auch erreicht, wenn zwischen Elektrodenmaterial und Substrat eine Titan umfassende Schicht, insbesondere eine Titanschicht, vorgesehen ist.

Vorzugsweise werden die Oberflächenwellenfilter des erfindungsgemäßen Duplexers als Reaktanzfilter ausgebildet, mit welchen die geforderte hohe Einfügedämpfung insbesondere beim Ausgangsfilter gut zu erreichen ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen sieben Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt Lage und Anordnung von Sendeband und Empfangsband.

Fig. 2 zeigt eine reale Filterkurve.

Fig. 3 zeigt Anordnung und Lage von Frequenzteilbereichen gemäß der Erfindung.

Fig. 4 bis 6 zeigen verschiedene Integrationsstufen eines Duplexers samt Peripherie.

Fig. 7 zeigt eine beispielhafte Verschaltung von Eintorresonatoren zu einem Reaktanzfilter.

Fig. 8 zeigt in schematischer Darstellung Anordnung und Lage von Sendeband TX und Empfangsband RX des ameri-

kanischen CDMA-1900-Systems. Das Sendeband TX reicht von 1850 bis 1910 MHz und ist somit 60 MHz breit. Das Empfangsband RX reicht von 1930 bis 1990 MHz und hat somit ebenfalls eine Breite von 60 MHz. Eine Kommunikationsverbindung nutzt vom Kommunikationsendgerät aus gesehen beispielsweise eine Sendefrequenz f_{xT} , die im Sendeband TX liegt und gleichzeitig dazu eine Empfangsfrequenz f_{xR} im Empfangsband RX. Der Abstand zwischen f_{xT} und f_{xR} ist der sogenannte Duplexabstand DA und beträgt für das genannte CDMA-System 80 MHz. Für eine Kommunikationsverbindung innerhalb dieses Systems sind alle Frequenzpaare mit dem Duplexabstand 80 MHz geeignet. Der Abstand BA zwischen Sendeband TX und Empfangsband RX beträgt 20 MHz.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung eine mögliche Durchlasskurve eines Filters mit darunter eingezeichneter geforderter Bandbreite, hier des Sendebands TX. Entscheidend für die Filterqualität ist insbesondere die Einfügedämpfung ED. Das ist innerhalb des entsprechenden Bandes der größte Abstand von der gestrichelten Nulllinie für Null Dämpfung zur Durchlasskurve. Üblicherweise ist der Durchlassbereich auch breiter als der geforderte Frequenzbereich des jeweiligen Bandes, da die Flanken eines Filters im Durchlassbereich (Passband) nicht vertikal eingestellt werden können. Bei der in der Figur dargestellten Durchlasskurve für ein Sendefilter ist die rechte Flanke F_{re} entscheidend, die das Passband hin zum benachbarten Frequenzbereich des Empfangsbandes RX abgrenzt. Diese Flanke muss steil genug sein, damit hier der Eingangsfiler im Bereich des Empfangsbandes RX eine ausreichend niedrige Empfindlichkeit beziehungsweise eine ausreichend hohe Sperrbereichsunterdrückung SU aufweist. Für ein entsprechendes Eingangsfiler wäre die linke Flanke F_{li} des Durchlassbereichs entscheidend, die das Empfangsband RX hin zum Sendeband TX abgrenzt.

Fig. 3 zeigt, wie erfindungsgemäß die Send- und Empfangsbereiche TX, RX in je zwei Frequenzteilbereiche von hier identischer Bandbreite aufgesplittet sind. Jeweils einem Frequenzteilbereich TX1, TX2 des Sendebands ist dabei ein Frequenzteilbereich RX1, RX2 des Empfangsbandes so zugeordnet, dass der Duplexabstand DA eingehalten werden kann. Beispielsweise ist eine Sendefrequenz f_{xT} im geforderten Duplexabstand DA von zum Beispiel 80 MHz eine Empfangsfrequenz f_{xR} zugeordnet. Während der Abstand BA zwischen Send- und Empfangsband bei bekannten Duplexern dem Abstand $f_{1R}-f_{3T}$ entspricht, beträgt er bei erfindungsgemäß gesplitteten Send- beziehungsweise Empfangsbändern beziehungsweise zugehörigen Filtern $f_{1R}-f_{2T} = f_{2R}-f_{3T} = 50$ MHz (für das genannte CDMA-System). Die zu den entsprechenden Frequenzteilbereichen gehörenden Filter weisen in den entsprechenden Frequenzteilbereichen ein Passband auf. Aufgrund des höheren Bandabstandes BA können dazu allerdings Filter mit weniger steilen Flanken gewählt werden, die dennoch die geforderte Sperrbereichsunterdrückung SU von typisch 50 dB erreichen.

Neben der hier dargestellten Aufteilung von Send- und Empfangsband in zwei Frequenzteilbereiche Tx1, Tx2; Rx1, Rx2 ist es natürlich auch möglich, die entsprechenden Bänder in drei und mehr Frequenzteilbereiche aufzuteilen, wobei für jeden Frequenzteilbereich ein eigenes Teilfilter vorgesehen ist.

Fig. 4 zeigt in schematischer Darstellung einen aus vier Teilfiltern FR1, FR2, FT1, FT2 bestehenden Duplexer samt seiner Verschaltung mit einer Antenne A und dem zugehörigen Sendepfad-PA und dem Empfangspfad-LNA. Sowohl das Eingangsfiler als auch das Ausgangsfiler sind als gesplittete Oberflächenwellenfilter mit je zwei Teilfiltern aus-

gebildet. Das Eingangsfiler umfasst die Teilfilter FR1 und FR2, während das Ausgangsfiler die Teilfilter FT1 und FT2 umfasst. Zwischen der Antenne A und dem aus den vier Teilfiltern bestehenden Duplexer ist ein Schalter S angeordnet, der zwischen zwei Teilfilterpaaren FT1/FR1 und FT2/FR2 umschalten kann. Ein Teilfilterpaar umfasst dabei jeweils einen Filter aus Eingangs- und Ausgangsfiler, beispielsweise das Paar FR1/FT1 oder FR2/FT2. Weitere Schalter S', S'' – verbinden beispielsweise die Bauelemente des Empfangspfad-LNA mit dem Eingangsfiler, wobei der Schalter S' zwischen den Teilfiltern des Eingangsfilters umschaltet. Entsprechend schaltet der Schalter S'' zwischen den verschiedenen Ausgangsfiltern FT1 und FT2, die wahlweise mit den Bauelementen des Sendepfad-PA verbunden werden. Mit gestrichelter Linie ist ein Modul M1 dargestellt, auf dem die vier Teilfilter integriert sind. Das Anpassungsnetzwerk, bestehend beispielsweise aus passiven Komponenten wie Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten oder Streifenleitungen (in der Figur nicht dargestellt), wird ebenso wie die Schalter S außerhalb des Moduls realisiert.

Fig. 5 zeigt eine entsprechende Anordnung, bei der jedoch auf einem vergrößerten Modul M2 neben den Teilfiltern zusätzlich noch das Anpassungsnetzwerk integriert ist.

Ein noch höher integriertes Modul M3 ist in der Fig. 6 dargestellt. Dieses Modul M3 umfasst neben den Teilfiltern zusätzlich noch das Anpassungsnetzwerk und die Schalter S.

Fig. 7 zeigt in schematischer Darstellung eine Schaltungsanordnung für einen aus Oberflächenwellen-Eintorresonatoren aufgebauten Reaktanzfilter. Ein OFW-Eintorresonator ist auf einem piezoelektrischen Substrat 1 aufgebaut und umfasst einen mit zwei Anschlüssen versehenen Interdigitalwandler IDT, der zwischen zwei Reflektoren Ref angeordnet ist. Für einen einfachen Reaktanzfilter sind nun zumindest zwei solcher Eintorresonatoren so verschaltet, dass zumindest einer der Resonatoren seriell zwischen Eingang ES und Ausgang AS angeordnet ist und zumindest einer der Resonatoren in einem parallelen Zweig mit der Masse verbunden ist. Ein serieller Resonator, beispielsweise R1S bildet zusammen mit einem benachbarten parallelen Resonator R1P ein Grundglied eines Reaktanzfilters. Vorzugsweise besteht ein Reaktanzfilter jedoch aus mehreren hintereinander geschalteten Grundgliedern, beispielsweise aus drei Grundgliedern wie in der Figur dargestellt. Im Ausführungsbeispiel bilden die Resonatoren R2S und R1P sowie R2S und R2P zwei weitere Grundglieder. Innerhalb eines Grundglieds sind die Resonanzfrequenzen von parallelem und seriellen Resonator so zueinander verschoben, dass die Antiresonanzfrequenz des seriellen Resonators genau auf der Resonanzfrequenz des parallelen Resonators zu liegen kommt. Dabei weist der Filter ein Durchlassverhalten mit einem Passband auf, welches eine besonders niedrige Einfügedämpfung von zum Beispiel 2 dB und weniger aufweist.

Die Ausführungsbeispiele stehen nur exemplarisch für mögliche Ausgestaltungen der Erfindung. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt und kann weitere nicht dargestellte Variationen umfassen.

Bezugszeichenliste

Tx Sendeband
Rx Empfangsband
SU Sperrbereichsunterdrückung
ED Einfügedämpfung
65 f_{xT} Sendefrequenz
 f_{xR} Empfangsfrequenz
 F_{li} , F_{re} Linke und rechte Flanke des Passbands
Tx1, Tx2 Frequenzteilbereiche des Sendebands

Rx1, Rx2 Frequenzteilbereiche des Empfangsbands
 FR1, FR2 Teilfilter des gesplitteten Eingangsfilters
 FT1, FT2 Teilfilter des gesplitteten Ausgangsfilters
 A Antenne
 S, S', S'' Schalter
 LNA Low Noise Amplifier des Rx-Pfads
 PA Power Amplifier des Tx-Pfads
 M1, M2, M3 Module
 R1S, R2S Eintorresonatoren im seriellen Zweig
 R1P, R2P Eintorresonatoren im parallelen Zweig
 ES Eingang serieller Zweig
 AS Ausgang serieller Zweig
 Ref Reflektor
 IDT Interdigitalwandler

Patentansprüche

1. Duplexer für ein drahtloses, ein Sende- und ein Empfangsband (Tx, Rx) aufweisendes Kommunikationssystem,
 - bei dem für das Sende- und das Empfangsband bzw. für Sende- und Empfangssignal unterschiedliche Filter als Eingangs- und Ausgangsfilter vorgesehen sind,
 - bei dem zumindest einer aus Eingangs- und Ausgangsfilter als gesplitteter Oberflächenwellenfilter mit zumindest zwei, benachbarte Frequenzteilbereiche des Sende- bzw. Empfangsbands abdeckenden Teilfiltern (FR1, FR2; FT1, FT2) ausgebildet ist.
2. Duplexer nach Anspruch 1, bei dem Eingangs- und Ausgangsfilter als gesplittete Oberflächenwellenfilter (FR1, FR2; FT1, FT2) ausgebildet sind.
3. Duplexer nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein Schalter (S) zum Umschalten zwischen den Teilfiltern (FR1, FR2; FT1, FT2) und damit zwischen den Frequenzteilbereichen (Rx1, Rx2; Tx1, Tx2) vorgesehen ist.
4. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-3, ausgebildet zum Senden und Empfangen in zumindest zwei, unterschiedliche Frequenzbänder nutzenden Kommunikationssystemen, bei dem für die zumindest zwei Frequenzbänder (Rx, Tx) als Eingangs- und/oder Ausgangsfilter dienende gesplittete Oberflächenwellenfilter (FR1, FR2; FT1, FT2) vorgesehen sind.
5. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-4,
 - bei dem Eingangs- und Ausgangsfilter als gesplittete Oberflächenwellenfilter ausgebildet sind
 - mit jeweils zumindest zwei, benachbarte Frequenzteilbereiche (Rx1, Rx2; Tx1, Tx2) des Sende- bzw. Empfangsbands (Rx, Tx) abdeckenden Teilfiltern (FR1, FR2, FT1, FT2),
 - bei dem einem ersten Teilfilter (FT1) des Eingangsfilters ein erster Teilfilter (FR1) des Ausgangsfilters und einem zweiten Teilfilter (FT2) des Eingangsfilters ein zweiter Teilfilter (FR2) des Ausgangsfilters so zugeordnet ist, dass die Frequenzteilbereiche für jedes zweite Teilfilter gleichsinnig gegen die entsprechenden Frequenzteilbereiche der ersten Teilfilter verschoben sind, und
 - bei dem Schalter (S) zum Umschalten zwischen einander zugeordneten Teilfilterpaaren (FR1, FT1; FR2, FT2) vorgesehen sind.
6. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-5, bei dem die als gesplittete Oberflächenwellenfilter (FR1, FR2; FT1, FT2) ausgebildeten Ein- und/oder Ausgangsfilter mehr als zwei Teilfilter umfassen.

7. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-6, bei dem sämtliche Ein- und Ausgangsfilter und der oder die Schalter (S) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.
8. Duplexer nach Anspruch 7, bei dem sämtliche Ein- und Ausgangsfilter auf einem gemeinsamen piezoelektrischen Substrat ausgebildet sind.
9. Duplexer nach Anspruch 7 oder 8, bei dem ein Anpassungsnetzwerk und sämtliche vorhandenen Filter oder Teilfilter auf einem gemeinsamen Modul (M) integriert sind.
10. Duplexer nach einem der Ansprüche 7-9, bei dem die Schalter (S) auf einem gemeinsamen Substrat mit den Filtern angeordnet sind.
11. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-10, bei dem das Substratmaterial mindestens eines aus Ein- und Ausgangsfilter Lithiumtantalat rot y mit einem Schnittwinkel von 35 bis 44° - LT35-44 - umfasst.
12. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-10, bei dem das Substratmaterial mindestens eines aus Ein- und Ausgangsfilter Lithiumniobat rot y mit einem Schnittwinkel von 60 bis 70° - LN60-70 - und insbesondere mit einem Schnittwinkel nahe 64° - LN64 - ist.
13. Duplexer nach Anspruch 11 und 12, bei dem das Substratmaterial für den Eingangsfilter LN64 und das Substratmaterial für den Ausgangsfilter LT35-44 umfasst.
14. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-13, bei dem die Oberflächenwellenfilter Elektrodenstrukturen aufweisen, die aus einem Material bestehen, ausgewählt aus Aluminium und Kupfer, Aluminium und Magnesium, Aluminium/Kupfer und Magnesium.
15. Duplexer nach Anspruch 14, bei dem die Elektrodenstrukturen eine Titanschicht umfassen.
16. Duplexer nach einem der Ansprüche 1-15, bei dem der oder die Oberflächenwellenfilter als Reaktanzfilter ausgebildet sind.
17. Verwendung des Duplexers nach einem der vorangehenden Ansprüche in einem Transceiver.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

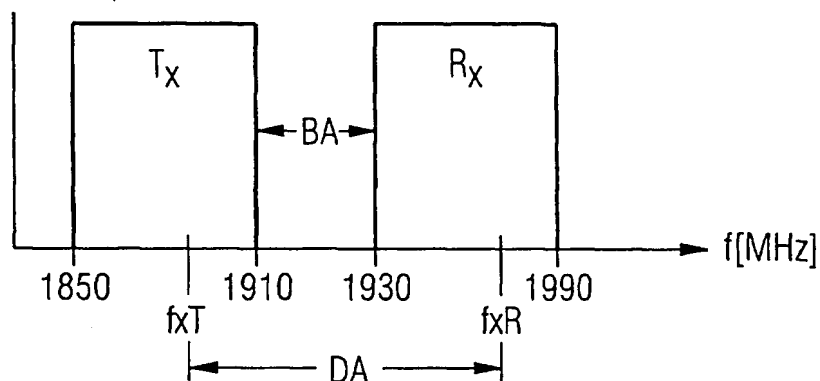


FIG 2

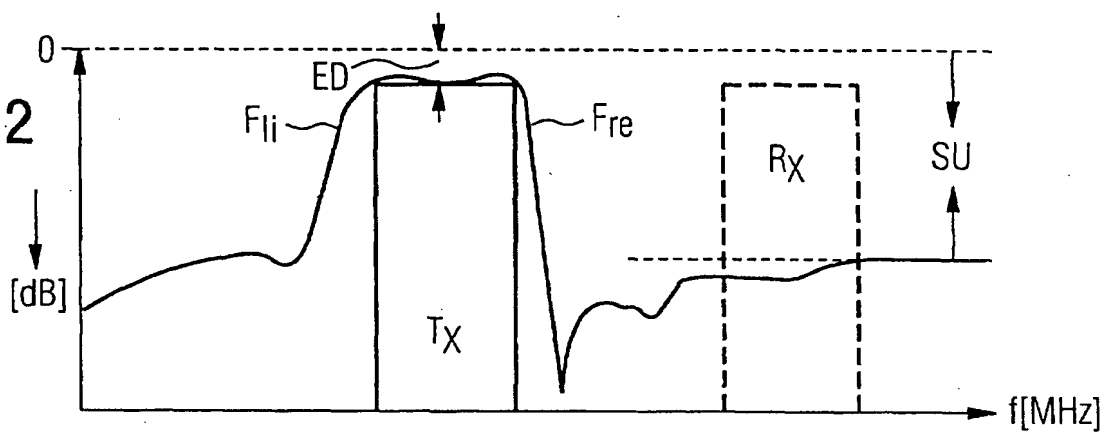
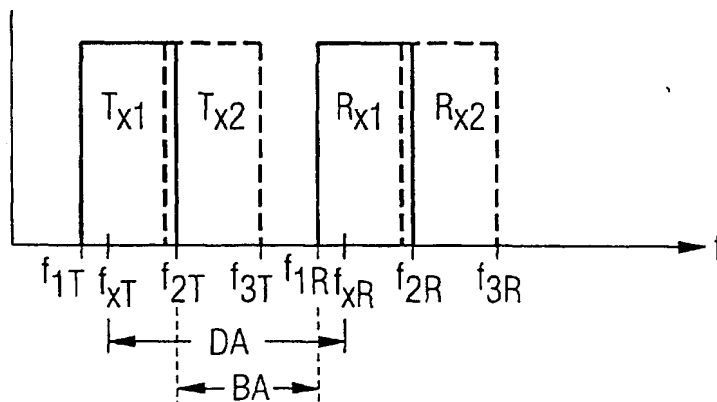


FIG 3



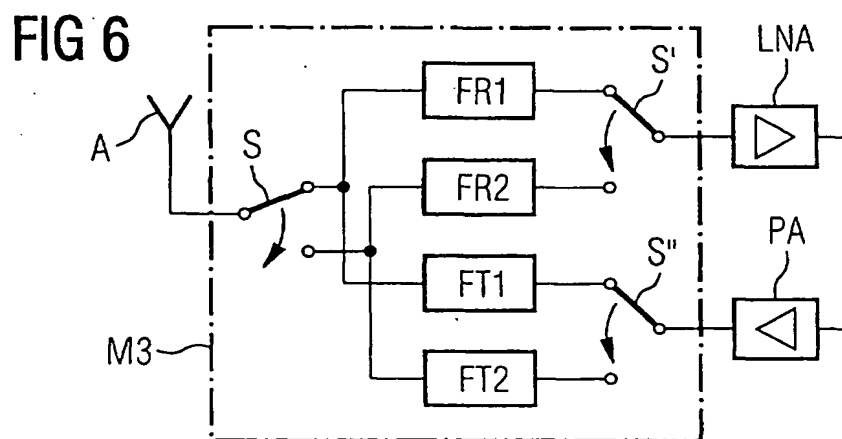
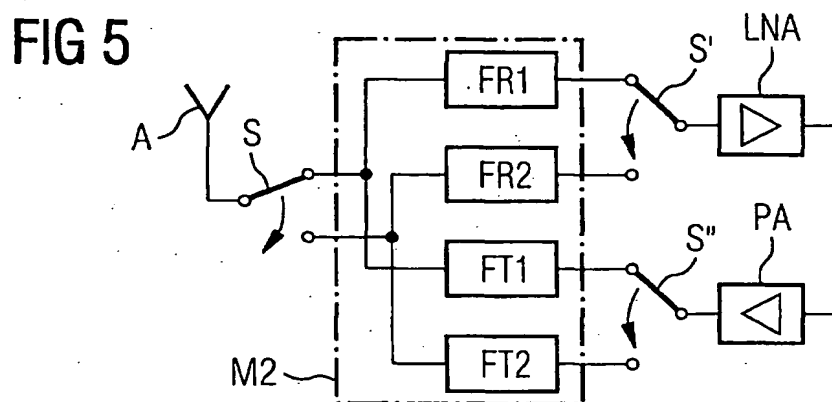
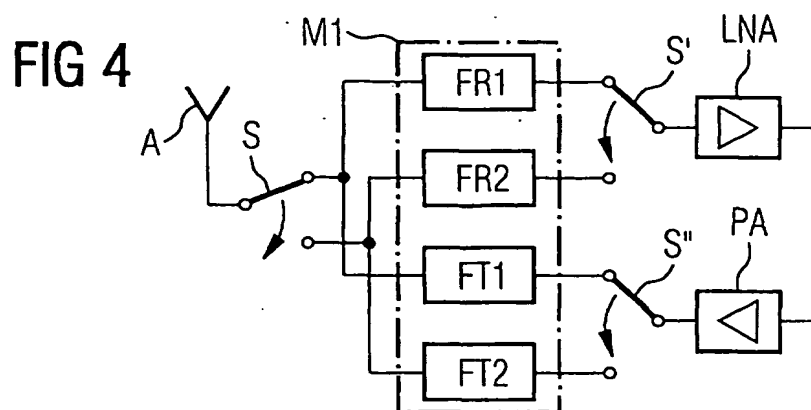


FIG 7

